

REZULTATE PRECOCE POSTOPERATORII DUPĂ ÎNGUSTAREA ARTEREI PULMONARE

Eduard Cheptanaru, doctorand, Liviu Maniuc, cardiochirurg, Oleg Repin, dr.în med.,
Vasile Corcea, dr.în med., conf.cercet., Ilona Cucu, Oxana Malîga, dr.în med. Dumitru Frunze,
Vitalie Moscalu, dr.în med., conf. cercet.,

IMSP Spitalul Clinic Republican, Departamentul cardiochirurgie

echeptanaru@yahoo.com, tel.069292702

Rezumat

Obiectivul lucrării: Aprecierea rezultatelor bandingului arterei pulmonare la pacienții cu malformații cardiace congenitale complexe asociate cu hipertensiune pulmonară avansată în perioada precoce postoperatorie. **Metode.** Au fost analizate datele a 75 pacienți care au suportat banding de arteră pulmonară pe perioada anilor 2005-2011. Calea chirurgicală de abord a fost toracotomia stângă în majoritatea cazurilor (92%) și sternotomia mediană (8%). Pentru aprecierea rezultatelor a fost utilizată manometria directă în artera pulmonară și datele EcoCG. Saturația cu oxigen arterial a fost apreciată în toate cazurile fiind mai mare de 80 - 85% cu FiO₂ de 30%. **Rezultate.** Mediana vârstei a fost 6,25 luni cu o maximă de 12 luni și minim de 3 zile. Treizeci și șase (48%) pacienți au fost de genul masculin și 39 (52%) de genul feminin. Șapte pacienți au fost cu TVM, 18 – VDCDE, 14-CAVC, DSV mare sau multiple DSV asociate și cu CoAo în 36 cazuri. Eficacitatea anatomică și funcțională al bandingului arterei pulmonare a fost înaltă. Media gradientului maximal

la artera pulmonară a constituit $38,7 \pm 11,25$ mmHg, saturația cu oxigen arterial a constituit $98,46 \pm 66,73\%$ cu micșorarea indicelui cardiotoracic postoperator la $62,3 \pm 5,5$. Rata mortalității la pacienții cu bandingul arterei pulmonare a fost de 3%. **Concluzii.** Bandingul arterei pulmonare joacă un rol important în managementul pacienților cu malformații cardiace congenitale, în special, pentru copiii de vârstă fragedă cu probleme medicale așa ca pneumonii frecvente, insuficiență cardiacă progresivă, greutate corporală mică și anomalii asociate ne cardiace. Bandingul arterei pulmonare poate fi considerată o manopera eficientă cu o morbiditate și mortalitate redusă.

Cuvinte-cheie: Bandingul arterei pulmonare, Ventricul unic, Flux sangvin pulmonar crescut, corecție paliativă

Abstract. Early postoperative results after pulmonary artery constriction

Background: The objective of this study was to assess the results of the pulmonary artery (PA) banding in patients with congenital heart defects and pulmonary hypertension in early postoperative period. **Methods:** We analyzed data from 75 patients who underwent PA banding between 2005 and 2011. Surgical approach at the patients were through a left thoracotomy (92%) or median sternotomy (8%). All patients underwent PA banding based on PA pressure measurement and EcoCG investigations. In all of the patients arterial oxygen saturation was considered and most of them had the arterial oxygen saturation more than 80% to 85% with FIO₂ of 30%. **Results:** The mean age was 6,25 month, max. 12 month and min. 3 days. Thirty six (48%) patients were male and 39 (52%) patients were female. Seven patients had TGA, 18-DORV, 14-CAVC, large VSD >10 mm or multiple VSD in association with CoAo at the 36 patients. The anatomical and functional effectiveness of PA banding was high. The mean peak gradient across PA banding was 38,7 mmHg, arterial oxygen saturation was $98,46 \pm 66,73\%$ with decreasing postoperative cardiothoracic index at the $62,3 \pm 5,5$. The mortality rate in PA banding was 3%. **Conclusions:** Pulmonary artery banding still plays a role in management of patients with CHD, particularly for infants with medical problems such as frequent pneumonia, progressive heart failure, low body weight, and associated non cardiac anomalies. PA banding can be done safely with low morbidity and mortality.

Key words: Pulmonary artery banding, Univentricular heart, Pulmonary overcirculation, Palliative correction

Резюме. Ранние послеоперационные результаты после сужения легочной артерии

Цель статьи: Оценка результатов сужения легочной артерии в раннем послеоперационном периоде у пациентов со сложными врожденными пороками сердца, с высокой легочной гипертензией. **Методы.** Мы проанализировали данные у 75 пациентов, перенесших сужение легочной артерии в период между 2005-2011 годами. Хирургический доступ был через торакотомия в большинстве случаев (92%) или медианная стернотомия (8%). Для оценки результатов использовалось измерение давления непосредственно в легочной артерии и данные ЭхоКГ. Артериальное насыщение кислородом оценивалось во всех случаях и большинство из них имело насыщенность артериальной крови кислородом от 80% до 85% с FIO₂ 30%. **Результаты.** Средний возраст больных составил 6,25 месяца с максимумом 12 месяцев и минимум 3 дня. Тридцать шесть (48%) пациентов были мужского пола и 39 (52%) пациентов были женского пола. Семь пациентов имели ТМС, 18-ДОС, 14-общий АВ канал, большой ДМЖП > 10 мм или несколько ДМЖП в сочетании с коарктацией аорты у 36 пациентов. Анатомическая и функциональная эффективность сужения легочной артерии была высокой. Средний максимальный градиент на легочной артерии составил $38,7 \pm 11,25$ мм рт.ст., артериальная насыщенность кислородом было $98,46 \pm 66,73\%$ с уменьшением послеоперационного КТИ до $62,3 \pm 5,5\%$. Смертность у пациентов с сужением легочной артерии составила 3%. **Выводы.** Сужение легочной артерии играет важную роль в лечении пациентов с врожденными пороками сердца, особенно у детей раннего возраста с осложненным течением, связанных с частыми пневмониями, прогрессирующей сердечной недостаточности, с низкой массой тела и нарушением сердечной деятельности. Сужение легочной артерии можно считать эффективным методом с наименьшими осложнениями и низкой смертностью.

Ключевые слова: Сужение легочной артерии, единственный желудочек, увеличение легочного кровотока, паллиативная коррекция.

Introducere

Bandingul arterei pulmonare (BAP) este o tehnică chirurgicală simplă care are ca scop reducerea fluxului sangvin pulmonar crescut în unele boli cardiace congenitale. La debutul cardiocirurgiei, când utilizarea by-passului cardiopulmonar avea mai multe efecte nocive, această tehnică a jucat un rol fundamental în tratamentul pacienților cu defecte cardiace congenitale, în special, în prezența unui șunt intracardiac de la stânga la dreapta. Utilizarea BAP a scăzut în ultimele două decenii din cauza creșterii popularității

reparației intracardiace inițiale complete. Rolul aplicării bandingului arterei pulmonare este de a reduce fluxul sanguin în artera pulmonară cu scopul de a preveni sau, a inversa insuficiența cardiacă și pentru a asigura o protecție pe termen lung hipertensiunii pulmonare ireversibile, precum și pentru a menține un debit optim în cazurile de o șuntare masivă intracardiacă. Tehnica a fost descrisă în 1952, de către Muller și Danimann, ca un tratament de supraviețuire în caz de defect septal ventricular și fluxul excesiv spre pulmoni prin „crearea de stenoză pulmonară” la un

copil de 5 luni [1]. Începând cu anii 1980, supraviețuirea nou-născuților și sugarilor cu malformații cardiace complexe, insuficiență cardiacă congestivă, cauzată de defecte intracardiacă nerestrictive, atreția valvei tricuspide și alte malformații complexe, care nu se supuneau pentru reparații primare, a fost semnificativ îmbunătățită prin utilizarea (BAP) [2-7]. Deși, utilizarea BAP a scăzut în ultimul deceniu, în favoarea reparării timpurii și primare, își menține locul în tratamentul cardiopatiilor cardiace congenitale cu îmbogățirea circulației pulmonare. Mai mult decât atât, un șir de defecte cardiace pot beneficia de BAP primar, îndeosebi când este obligatorie utilizarea cu scopul pregătirii și „formării” ventriculului stâng, precum și la pacienții cu transpoziția vaselor magistrale cu efectuarea switch-ului arterial întârziat. Pacienții cu transpoziția vaselor magistrale corijată pot beneficia de la BAP ca o procedură etapizată de reconversie al ventriculului stâng pentru o ulterioară operație de corecție dublu switch [8-10]. Cu toate acestea, unele aspecte sunt încă în discuție, gradul de constricție optimă a benzii, prezența variantelor individuale în răspunsul ventricular adaptiv, momentul optim de debanding sau necesitatea reoperației precum și reconstrucția arterelor pulmonare la momentul debandingului.

Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări a fost aprecierea rezultatelor bandingului arterei pulmonare la pacienții cu malformații cardiace congenitale complexe asociate cu hipertensiune pulmonară avansată în perioada precoce postoperatorie.

Material și metode

Au fost analizate datele a 75 de pacienți care au suportat banding de arteră pulmonară pe perioada anilor 2005-2011. Pacienții au fost selectați conform patologiei cardiace de bază. Criteriile pentru banding nu au fost definite strict. Dacă pacienții au prezentat o insuficiență cardiacă severă, o istorie de infecții respiratorii frecvente sau a existat suspiciunea unei infecții ale tractului respirator inferior recente sau active, care nu răspunde la tratamentul medical, ele au fost considerate ca risc ridicat pentru by-pass cardiopulmonar și au favorizat aplicarea îngustării arterei pulmonare. Mediana vârstei a fost 6,25 luni cu o maximă de 12 luni și minim de 3 zile. Treizeci și șase (48%) pacienți au fost de genul masculin și 39 (52%) de genul feminin. Categoriile de diagnostic la pacienții cu banding al arterei pulmonare au fost: șapte pacienți cu TVM, 18 – VDCDE, 14-CAVC, DSV mare sau multiple DSV asociate și cu CoAo în 36 cazuri (Tabelul 1).

Tabelul 1

Diagnosticul ce a precedat îngustarea arterei pulmonare

TAC	TVM	VDCDE	CAV	DSV multiple sau DSV cu CoAo
1	7	18	14	35

Calea chirurgicală de abord a fost toracotomia stângă în majoritatea cazurilor (92%) și sternotomia mediană (8%).

Toracotomie antero-latero-posterioară: prin această abord, incizia pericardului și aderențele postoperatorii pericardice sunt minime, chiar dacă plasarea bandului este mai dificilă și mai puțin precisă, dar este obligatorie în cazul prezenței coarctației aortice.

Sternotomie mediană: acest abord ajută la minimizarea distorsiunii ramurilor pulmonare și obținerea unei circumferințe optime la trunchiul arterei pulmonare, evitând deformarea valvei pulmonare și permițând o precizie în plasarea bandei. Mai mult decât atât, ambii plămâni pot fi complet ventilați pe tot parcursul procedurii cu setări ventilatorii minime, iar adaptările în strângerea benzii sunt mai ușoare. Totuși, aceasta nu păstrează integritatea pericardică favorizând aderențele pericardice. Această abordare este acum utilizat pe scară largă și este esențială la pacienții cu arc aortic hipoplazic.

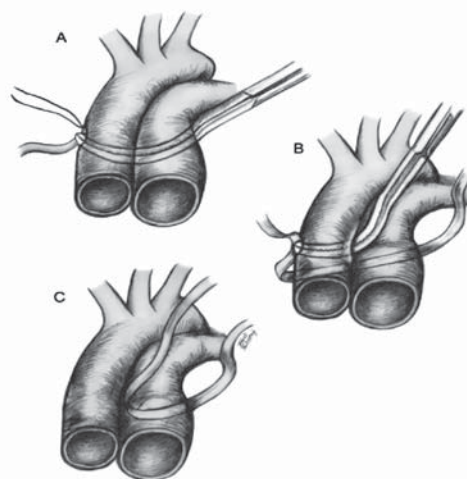


Fig. 1. Tehnica aplicării bandingului arterei pulmonare

Circumferința panglicii din bumbac filată pentru îngustarea arterei pulmonare a fost stabilită în conformitate cu formulele după Trusler.

Pentru aprecierea rezultatelor a fost utilizată manometria directă în artera pulmonară, datele EcoCG, iar pentru aprecierea indicelui cardiotoracic au servit datele roentghenologice. Saturația cu oxigen arterial

a fost apreciată în toate cazurile fiind mai mare de 80 - 85% cu FiO₂ de 30%.

Rezultate

Un total 75 de pacienți au suferit o procedură îngustare de arteră pulmonară cu o mortalitate spitalicească de 3% (n = 6). Durata medie a intervenției chirurgicale a constituit 84,8±36,7 minute. Acest timp reflectă nu numai îngustarea arterei pulmonare, dar și procedurile chirurgicale concomitente, așa cum ar fi ligaturarea canalului arterial permeabil, rezecția coarctăției aortice, aplicarea anastomozei intersistemice. Durata aflării în reanimarea cardiocirurgicală a constituit 3,8±4,3 zile, cu o perioadă de aflare la respirație dirijată în mediu 36,62±63 ore. Sejurul mediu de aflare în spital a fost de 22,7±8,9 zile. O scădere al oxigenării postbănding a fost observată la monitorizarea saturației cu oxigen arterial, care a fost până la îngustarea arterei pulmonare de 173,85±115,9, cu diminuarea ei la 98,46±66,73. Manometria directă a presiunii sistemice și presiunii în artera pulmonară a permis evidențierea creșterii presiunii în circuitul mare și scăderea semnificativă în circuitul mic (Tabela 2).

Tabelul 2

Manometria directă intraoperatorie

	P sist. (mmHg)	P AP (mmHg)
Prebănding	81,2±11,7	61,3±13,0
Postbănding	89,2±11,6	38,7±11,25

Datele roentghenologice au accentuat diminuarea indicelui cardiotoracic postbănding arterei pulmonare de la 63,4±5,7 la 62,3±5,5, evidențiind o dinamică pozitivă a hemodinamicii cordului.

În 41 cazuri a fost diagnosticată pneumonie postoperatorie și în 16 cazuri encefalopatii, care și au determinat o perioadă de intubație prelungită cu aflare mai îndelungată în secția terapie intensivă, precum și influențând durata spitalizării. Supraviețuirea pacienților supuși îngustării arterei pulmonare este relatată în tabelul 3.

Tabelul 3

Supraviețuirea pacienților după îngustarea arterei pulmonare în dependență de patologia cardiacă de bază

Patologia	Letalitate	Supraviețuire
TAC	0	100%
TVM	2	72%
VDCDE	1	95%
CAV	1	93%
DSV multiple sau DSV cu CoAo	2	94%

Discuții

Malformațiile cardiace congenitale cu șuntare intracardiacă nerestricționată de la stânga la dreapta generează un flux sanguin crescut în artera pulmonară care provoacă hipertensiunea pulmonară cauzând insuficiență cardiacă congestivă încă din perioada neonatală. Principiul BAP este reducerea diametrului arterei pulmonare, scăderea fluxului sanguin la nivelul ramurilor pulmonare și reducerea presiunii în artera pulmonară. În același timp se obține o îmbunătățire a presiunii sistemice, debitului cardiac, iar îmbunătățirea funcției ventriculare poate fi așteptată în cazul pacienților cu o șuntare mare de la stânga la dreapta. În același timp, BAP prezintă risc pentru desaturație sistemică ca o consecință al mixării dezechilibrate al sângelui venos și arterial, poate provoca o hipertrofie ventriculară anormală sau obstrucție subaortică, precum și diferite grade de distorsiuni la nivelul ramurilor arterei pulmonare și valvei arterei pulmonare.

Mai mulți factori ar trebui să fie luați în considerare la un pacient care este supus BAP: tipul defectului cardiac, tipul de șuntare intracardiacă, decizia stabilită în abordarea chirurgicală în etape al cardiopatiei și, nu în ultimul rând experiența echipei cardiocirurgicală.

Indicațiile clasice sunt:

- Ventricul unic.
- Pacienții cu ventricule balansate sau nebalansate, cu șuntare largă intracardiacă, care prezintă inițial risc înalt pentru corecție biventriculară.
- Cardiopatii congenitale ce necesită remodelarea ventriculului stâng.

Indicații noi:

- Hipoplazia inimii stângi [11,12];
 - Transpoziția vaselor magistrale corijată [13].
- Din punct de vedere patofiziologic:
- Malformații cardiace cu flux pulmonar crescut care necesită o procedură paliativă cu scopul protecției pulmonare până la reparația completă sau o conexiune cavopulmonară;
 - Malformație cardiacă cu ventricul stâng incapabil să suporte presiune sistemică;
 - Hipoplazia inimii stângi care necesită corecție chirurgicală etapizată.

Tehnica chirurgicală a BAP este foarte intuitivă și este formată din redimensionarea arterei pulmonare sau ramurilor sale prin plasarea a unei bande în jurul vaselor. Dificultatea este nu în a pune banda în jurul trunchiului pulmonar principal, dar în obținerea unui punct optim de constrângere al arterei pulmonare, deoarece chiar și o modificare minimală al diametrului pulmonar are un efect major asupra rezistenței și fluxului, descris de legea lui Poiseuilles. În plus, efectele bandingului în presiunea pulmonară sunt in-

fluențate de așa factori cum ar fi hemodinamica, parametrii respiratorii, rezistența pulmonară și sistemică, tipul malformației cardiace, ritmul cardiac, contractilitatea cardiacă, ventilația mecanică. Trusler, în 1972 [14], a introdus conceptual de un banding „justificat” prin calibrarea benzii în funcție de specificul anatomiei cardiace și stabilirea lungimii inițiale a benzii în raport cu greutatea pacientului, lăsând orice ajustare ulterioară bazată pe evaluarea raportului dintre presiunile pulmonară-la-sistemică. Cu toate acestea, dezavantajul acestei tehnici a fost reprezentat de modificările legate de presiune, iar presiunea pulmonară post band nu este întotdeauna strict corelată cu fluxul pulmonar. Deși, aplicarea formulei lui Trusler rareori corespunde la constricția finală a benzii, totuși ne dă în mod clar un „punct pornire” de strângere [15]. Cu toate acestea, metoda Trusler este încă folosită la nivel mondial pentru a stabili lungimea inițială a panglicii, dar mulți autori sugerează diferite metode așa ca măsurarea reală al raportul Q_p / Q_s și adaptarea benzii în baza caracteristicilor pacientului [16].

Mai multe probleme pot persista sau pot apărea mai devreme sau mai târziu, după BAP. Imediat după operație, în caz de disfuncție ventriculară, saturație sistemică cu oxigen scăzută sau reducerea diurezei necesită o revizuire a dimensiunii benzii. O bandă liberă poate fi responsabilă pentru o persistență insuficienței cardiace progresive cu o protecție circulației pulmonare inefficientă. Evaluarea EcoCG postoperatorie este obligatorie pentru evaluarea gradului de stenozare a arterei pulmonare.

Indicii mortalității și morbidității la această procedură paliativă sunt încă mari. Cu toate acestea, se menține un rol terapeutic în tratamentul unor defecte cardiace congenitale. Mortalitatea a BAP s-a îmbunătățit semnificativ în de 1980. De atunci, acest indice a scăzut de la o rată de 30% înainte de 1980 la 10% mai târziu după datele raportate de către Pinho et al. și Takayama colab. [17,19-21]. Analizând experiența generală raportată în literatura de specialitate, o identificare clară a factorilor critici care influențează mortalitatea și morbiditatea în BAP este o sarcină dificilă.

- Prezența unui defect cardiac cu tulburări de amestecare a sângelui trebuie să fie recunoscute. Acești pacienți pot prezenta indici de mortalitate mai mari în comparație cu pacienții cu flux intracardiac normal.

- Pacienți mici pot beneficia foarte mult de la BAP, chiar dacă, conform literaturii, el prezintă un risc în creștere pentru mortalitatea precoce și morbiditatea din cauza stării clinice și instabilității hemodinamice. Bandingul la o arteră pulmonară dilatată, la nou-născuți prematur, copiii cu greutate mică la naș-

tere, poate fi o opțiune rezonabilă pentru amânarea tratamentului chirurgical mai radical [22,23].

Mai recent, au fost introduse modificări diferite, care vizează îmbunătățirea rezultatelor de durată. Cu utilizarea sistemului FloWatch®, incidența timpurie de reoperații, ventilație mecanică, aflarea în terapie intensivă au scăzut [24,25], dar această procedură este încă limitată la un anumit număr de pacienți.

Concluzii

Bandingul arterei pulmonare joacă un rol important în managementul pacienților cu malformații cardiace congenitale, în special, pentru copiii de vârstă fragedă cu probleme medicale așa ca pneumonii frecvente, insuficiența cardiacă progresivă, greutate corporală mică și anomalii asociate necardiace. Bandingul arterei pulmonare poate fi considerată o manoperă eficientă cu o morbiditate și mortalitate redusă.

Bibliografie

1. Muller W.H., Jr., Danimann J.F., Jr. The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow; a preliminary report. *Surg Gynecol Obstet* 1952;95:213-9.
2. Silverman N., Levitsky S., Fisher E., DuBrow I., Hastreiter A., Scagliotti D. Efficacy of pulmonary artery banding in infants with complete atrioventricular canal. *Circulation* 1983;68(3 Pt 2):II148-53.
3. Epstein M.L., Moller J.H., Amplatz K., Nicoloff D.M. Pulmonary artery banding in infants with complete atrioventricular canal. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979;78:28-31.
4. Stark J., Tynan M., Tatoes C.J., Aberdeen E., Waterston D.J. Banding of the pulmonary artery for transposition of the great arteries and ventricular septal defect. *Circulation* 1970;41(5 Suppl.):II116-22.
5. Rastan H. Palliative treatment of complete transposition of the great vessels: first clinical results of closed atrial septectomy with new septectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;69:407-14.
6. Rashkind W.J. Palliative procedures for transposition of the great arteries. *Br Heart J* 1971;33(Suppl.):69-72.
7. Mistrot J.J., Varco R.L., Nicoloff D.M. Palliation of infants with truncus arteriosus through creation of a pulmonary artery ostial stenosis. *Ann Thorac Surg* 1976;22:495-7.
8. Devaney E.J., Charpie J.R., Ohye R.G., Bove E.L. Combined arterial switch and Senning operation for congenitally corrected transposition of the great arteries: patient selection and intermediate results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:500-7.
9. Duncan B.W., Mee R.B., Mesia C.I., Qureshi A., Rosenthal G.L., Seshadri S.G. *et al.* Results of the double switch operation for congenitally corrected transposition of the great arteries. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2003;24:11-9.
10. Mee R.B. Severe right ventricular failure after Mustard or Senning operation. Two-stage repair: pulmonary artery banding and switch. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92(3 Pt 1):385-90.

11. Sasaki T., Takahashi Y., Ando M., Wada N., Kawase Y., Seki H. Bilateral pulmonary artery banding for hypoplastic left heart syndrome and related anomalies. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2008;56:158–62.
12. Akintuerk H., Michel-Behnke I., Valeske K., Mueller M., Thul J., Bauer J. *et al.* Stenting of the arterial duct and banding of the pulmonary arteries: basis for combine Norwood stage I and II repair in hypoplastic left heart. *Circulation* 2002;105:1099–103.
13. Metton O., Gaudin R., Ou P., Gerelli S., Mussa S., Sidi D. *et al.* Early Prophylactic pulmonary artery banding in isolated congenitally Corrected transposition of the great arteries. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2010;38:728–34.
14. Trusler G.A., Mustard W.T. A method of banding the pulmonary artery for large isolated ventricular septal defect with and without transposition of the great arteries. *Ann Thorac Surg* 1972;13:351–5.
15. Valente A.S., Mesquita F., Mejia A.C., Maia I.C., Maior M.S., Branco C.K. *et al.* Pulmonary artery banding: a simple procedure? A critical analysis at a tertiary center. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009;24:327–33.
16. Baslaim G. Modification of Trusler's formula for the pulmonary artery banding. *Heart Lung Circ* 2009;18:353–7.
17. Pinho P., Von Oppel U.O., Brink J., Hewitson J. Pulmonary artery banding: adequacy and long-term outcome. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 1997;11:105–11.
18. Lin M.T., Chen Y.S., Huanga S.C., Chiua H.H., Chiua S.N., Chena C.A. *et al.* Alternative approach for selected severe pulmonary hypertension of congenital heart defect without initial correction—palliative surgical treatment. *Int J Cardiol* 2011;151:313–7.
19. Takayama H., Sekiguchi A., Chikada M., Noma M., Ishizawa A., Takamoto S. Mortality of pulmonary artery banding in the current era: recent mortality of PA banding. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1219–24.
20. Horowitz M.D., Culpepper W.S., Williams L.C., Sundgaard-Riise K., Ochsner J.L. Pulmonary artery banding: analysis of a 25-years experience. *Ann Thorac Surg* 1989;48:444–50.
21. Yoshimura N., Yamaguchi M., Oka S., Yoshida M., Murakami H. Pulmonary artery banding still has an important role in the treatment of congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1463.
22. Brown S., Boshoff D., Rega F., Eyskens B., Meyns B., Gewilling M. Dilatable pulmonary artery banding in infants with low birth weight or complex congenital heart disease allows avoidance or postponement of subsequent surgery. *Eur J Cardio-Thor Surg* 2010;37:296–301.
23. Holmstrom H., Bjornstad P.G., Smevik B., Lindberg H. Balloon dilatation of pulmonary artery banding: Norwegian experience over more than 20 years. *Eur Heart J* 2012;33:61–6.
24. Corno A.F., Ladusans E.J., Pozzi M., Kerr S. Flo-watch versus conventional pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:1413–20.
25. Bonnet D., Corno A.F., Sidi D., Sekarski N., Beghetti M., Schulze-Neick I. *et al.* Early clinical results of the telemetric adjustable pulmonary artery banding Flo-Watch-PAB. *Circulation* 2004;110(11 Suppl. 1):II158–63.